

# PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES ESPECIES DE *Eucalyptus* SOBRE ARENISCAS DE TACUAREMBÓ-RIVERA

Gustavo Balmelli<sup>1</sup>  
Fernando Resquin<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la adaptación y del potencial productivo de diferentes especies forestales es de importancia fundamental al momento de decidir sobre la especie a utilizar en determinado sitio. Por tal motivo, uno de los objetivos del Proyecto Mejoramiento Genético en el Género *Eucalyptus*, que lleva adelante el Programa Nacional Forestal del INIA, es la evaluación del comportamiento de especies en diferentes zonas de prioridad forestal. Para cuantificar la aptitud relativa de diferentes especies y fuentes de semilla se han venido instalando ensayos en diferentes sitios desde 1992. Se presenta en este trabajo los resultados de tres ensayos instalados en Tacuarembó, evaluándose la aptitud y el potencial de crecimiento de diferentes especies en esta zona. La evaluación de otras características, como espesor de corteza, penetración del Pilodyn, rectitud del fuste y desrame natural, puede consultarse en la Serie Técnica No. 123.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tres ensayos de especies y orígenes de *Eucalyptus* fueron instalados en Zona 7 (Areniscas de Tacuarembó-Rivera) entre 1992 y 1995. Las características de los sitios y del diseño de los ensayos se presentan en el Cuadro 1.

El ensayo 13 evalúa 4 especies con un número variable de orígenes; el Ensayo 31 evalúa 8 especies, también con varios orígenes y el Ensayo 44 evalúa 11 especies con un solo origen. Este último ensayo se instaló en un sitio plano y muy bajo, con drenaje deficiente y alta probabilidad de daño por heladas. Las especies y el número de orígenes evaluados en cada ensayo se presentan en el Cuadro 2. En el Anexo se presenta la información geográfica de los orígenes evaluados en cada ensayo y la productividad de los diferentes orígenes de cada especie evaluados en los Ensayos 13 y 31.

Los ensayos se midieron al primer año (sobrevivencia y altura) y luego cada dos años (sobrevivencia, altura y DAP). A partir de estos datos se calculó el volumen total por árbol y por hectárea, con corteza y con un factor de forma de 0.4. Se presenta aquí la última evaluación para cada ensayo, la cual se realizó a los 13 años en el Ensayo 13, a los 11 años en el Ensayo 31 y a los 9 años en el Ensayo 44.

La productividad relativa de las diferentes especies se evaluó estadísticamente a través del análisis de varianza para volumen por hectárea, utilizándose el PROC GLM del SAS. Dado que el número de orígenes es diferente para cada especie, el contraste de medias entre especies se realizó por el test de medias corregidas por mínimos cuadrados (LSMEANS), con un nivel de significación del 5%.

305

<sup>1</sup>Ing. Agr. M.Sc., Programa Nacional Producción Forestal, INIA Tacuarembó. [gbalmelli@tb.inia.org.uy](mailto:gbalmelli@tb.inia.org.uy)  
[fresquin@tb.inia.org.uy](mailto:fresquin@tb.inia.org.uy)



**Cuadro 1.** Características de los sitios y del diseño de los ensayos.

	Ensayo 13	Ensayo 31	Ensayo 44
Lugar	Tacuarembó. EEN	Tacuarembó La Magnolia	Tacuarembó Paso Alto
Ubicación	Ruta 5. km 386	Ruta 26	Ruta 59
Suelo	7.32	7.32	7.32
Fecha de plantación	Setiembre 1992	Marzo 1994	Marzo 1995
Preparación de suelo	Total con Excéntrica	Total con Excéntrica	Fajas con Surcador-Alomador
Densidad inicial	1333 árboles/há	1818 árboles/há	1333 árboles/há
Fertilización	no	no	no
Control de malezas	Excéntrica entre filas durante el 1 <sup>er</sup> año + carpida manual	Excéntrica entre filas durante el 1 <sup>er</sup> año + carpida manual	Excéntrica entre filas durante el 1 <sup>er</sup> año
Diseño experimental	Parcelas divididas en BCA (4 repeticiones)	Parcelas divididas en BCA (6 repeticiones)	BCA (4 repeticiones)
Tamaño de parcela	30 plantas	10 plantas	20 plantas

BCA = Bloques completos al azar.

306

**Cuadro 2.** Lista de especies y número de orígenes evaluados en cada ensayo.

Especie	Ensayo 13	Ensayo 31	Ensayo 44
<i>E. bicostata</i>	3	4	
<i>E. globulus</i>	4		1
<i>E. maidenii</i>	8	5	
<i>E. grandis</i>	11	4	1
<i>E. badjensis</i>		3	
<i>E. bosistoana</i>		1	
<i>E. dunnii</i>		5	1
<i>E. saligna</i>		5	
<i>E. viminalis</i>		5	1
<i>E. amplifolia</i>			1
<i>E. benthamii</i>			1
<i>E. camaldulensis</i>			1
<i>E. macarthurii</i>			1
<i>E. microcorys</i>			1
<i>E. smithii</i>			1
<i>E. tereticornis</i>			1

## RESULTADOS

### Comportamiento de especies en el Ensayo 13

Los valores promedio para cada especie de altura, DAP, volumen por árbol, sobrevivencia y volumen por hectárea obtenidos en la evaluación realizada a los 13 años se presentan en el Cuadro 3. Se encontraron diferencias significativas entre especies para volumen por hectárea.

Los valores del Cuadro 3 muestran claramente que *E. grandis* es la especie de mayor crecimiento y también la de mayor sobrevivencia, siendo en definitiva la especie más productiva para este sitio. Dicha superioridad se da principalmente por un mayor crecimiento individual.

La especie menos productiva en Tacuarembó es *E. globulus*, explicado principalmente por su bajísima sobrevivencia. *E. maidenii* y *E. bicostata* presentan valores intermedios, tanto de crecimiento individual como de sobrevivencia.

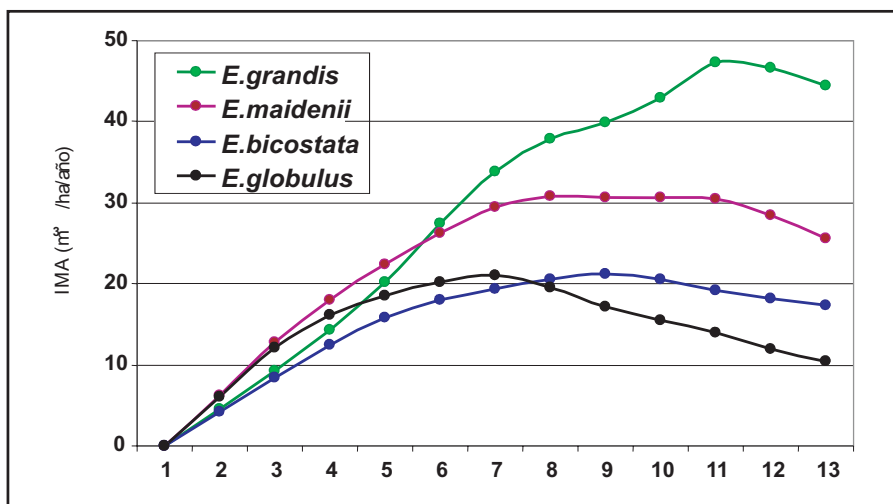
La evolución del incremento medio anual (IMA) para cada especie contribuye a interpretar los resultados obtenidos al año 13 (Figura 1).

En la Figura 1 puede observarse que hasta el quinto año la especie de mayor crecimiento medio en este ensayo era *E. maidenii* y la de menor crecimiento era *E. bicostata*. Sin embargo, a partir del año 6, *E. grandis* (que tuvo un crecimiento inicial relativamente lento) pasa a ser la especie de mayor productividad, llegando a los 11 años a un IMA máximo de 47.3 m<sup>3</sup>/ha/año. *E. maidenii* y *E. bicostata* alcanzaron sus valo-

**Cuadro 3.** Valores medios para las diferentes características y contraste de medias para volumen por hectárea (total y con corteza) a los 13 años.

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobreviv. (%)	Vol/árbol (dm <sup>3</sup> )	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
<i>E. grandis</i>	27,0	23,3	79	548	577 a
<i>E. maidenii</i>	23,7	19,7	75	331	332 b
<i>E. bicostata</i>	18,5	19,3	67	253	225 c
<i>E. globulus</i>	21,5	19,4	33	304	137 d

Nota: especies con igual letra no difieren entre sí al 5 % de significación por el test de LSMEANS.



**Figura 1.** Evolución del IMA (incremento medio anual, en volumen total con corteza) para las diferentes especies, hasta el año 13 en Tacuarembó.

res máximos de IMA a los 9 años, con 30.7 y 21.2 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente, mientras que *E. globulus* alcanza su máximo IMA a los 7 años, con 21.1 m<sup>3</sup>/ha/año. Esta especie tiene buen crecimiento inicial pero su productividad comienza a disminuir rápidamente debido a la muerte de árboles, lo cual a su vez es provocado por el efecto combinado de falta de adaptación a esta zona y de susceptibilidad a enfermedades. Este hecho se hace evidente en los incrementos corrientes anuales (ICA), los cuales son negativos a partir del noveno año.

A su vez, para las cuatro especies existen diferencias en el comportamiento productivo de los distintos orígenes evaluados. A modo de ejemplo, en el caso de *E. grandis*, el IMA a los 13 años del mejor y del peor origen es de 50 y 36 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente (ver Anexo).

### Comportamiento de especies en el Ensayo 31

Los valores promedio para cada especie de altura, DAP, volumen por árbol, sobrevivencia y volumen por hectárea obtenidos en la evaluación realizada a los 11 años se presentan en el Cuadro 4. Para volumen por hectárea se encontraron diferencias significativas entre especies.

Los valores del Cuadro 4 demuestran que *E. grandis* presenta muy buen crecimiento

individual y muy buena sobrevivencia, lo que determina que sea la especie más productiva, superando estadísticamente a las demás especies. Además *E. grandis* presenta un bajo porcentaje de corteza, por lo que su productividad relativa es aún mayor cuando se considera la madera descortezada.

*E. dunnii* presenta también buena sobrevivencia y buen crecimiento individual, siendo la segunda especie más productiva. En tercer lugar se encuentra *E. saligna*, que tiene buena sobrevivencia pero no buen crecimiento individual. *E. badjensis*, si bien es la especie con mayor crecimiento individual, es junto con *E. viminalis* la de peor sobrevivencia (41%), por lo que presenta en definitiva una productividad relativamente baja. Las demás especies presentan bajo crecimiento individual y/o baja sobrevivencia, por lo que su productividad es pobre o muy pobre, siendo el caso extremo el de *E. bosistoana* que, si bien se probó un solo origen, presentó muy pobre crecimiento individual.

En la Figura 2 se presenta la evolución del incremento medio anual (IMA) para cada especie hasta el año 11.

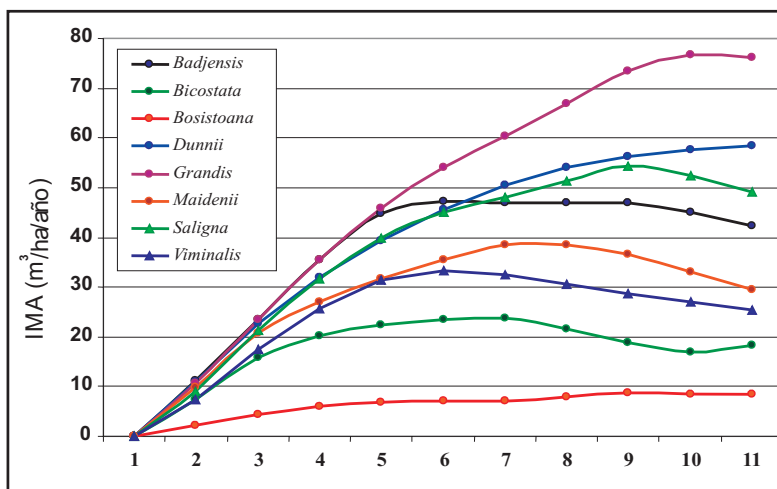
En la Figura 2 puede observarse que la superioridad productiva de *E. grandis* comienza a manifestarse claramente recién a partir del sexto año y su IMA máximo se alcanza recién a los 10 u 11 años, con un valor de 76 m<sup>3</sup>/ha año. *E. dunnii* parece no haber llegado aún a su máxima productivi-

**Cuadro 4.** Valores medios para las diferentes características y contraste de medias para volumen por hectárea (total y con corteza) a los 11 años.

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/árbol (dm <sup>3</sup> )	Sobrevivencia (%)	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
<i>E. grandis</i>	26.0	22.2	523	88	838 a
<i>E. dunnii</i>	25.9	20.6	439	80	643 b
<i>E. saligna</i>	25.3	19.4	373	80	541 c
<i>E. badjensis</i>	24.0	26.4	640	41	466 d
<i>E. maidenii</i>	22.4	17.0	237	75	325 e
<i>E. viminalis</i>	23.0	21.1	384	40	280 e
<i>E. bicostata</i>	17.8	15.5	159	70	202 f
<i>E. bosistoana</i>	12.5	11.8	69	73	93 g

Nota: especies con igual letra no difieren entre sí al 5 % de significación por el test de LSMEANS.

**Figura 2.** Evolución del IMA (incremento medio anual, en volumen total con corteza) para las diferentes especies, hasta el año 11 en Tacuarembó.



dad, presentando a los 11 años un IMA de 58 m³/há/año. *E. saligna* alcanzó su máximo valor de IMA a los 9 años, con 54 m³/há/año. Las demás especies parecen haber llegado a su máxima productividad a menor edad, entre los 6 y los 8 años.

En este ensayo también existen diferencias en el comportamiento de los distintos orígenes para casi todas las especies. Un ejemplo bastante extremo se da en *E. dunnii*, donde el IMA a los 11 años del mejor y del peor origen es de 82.8 y 40.2 m³/ha/año, respectivamente (ver Anexo).

### Comportamiento de especies en sitio bajo, Ensayo 44

Los valores promedio para cada especie de altura, DAP, volumen por árbol, sobrevivencia y volumen por hectárea obtenidos en la evaluación realizada a los 9 años se presentan en el Cuadro 5. Para volumen por hectárea se encontraron diferencias significativas entre especies.

En este ensayo, ubicado deliberadamente en un sitio bajo y sin pendiente, *E. benthamii* es la especie de mejor comportamiento, presentando muy buena sobrevi-

**Cuadro 5.** Valores medios para las diferentes características y contraste de medias para volumen por hectárea (total y con corteza) a los 9 años.

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/árbol (dm³)	Sobrevivencia (%)	Vol/ha (m³)
<i>E. benthamii</i>	22,3	23,2	434	83,8	485 a
<i>E. smithii</i>	21,1	23,2	399	72,5	385 b
<i>E. dunnii</i>	20,4	21,7	356	68,8	337 b
<i>E. grandis</i>	23,0	23,9	456	56,3	326 b
<i>E. tereticornis</i>	17,4	17,3	190	85,0	215 c
<i>E. macarthurii</i>	14,8	19,5	212	71,3	202 c
<i>E. amplifolia</i>	16,8	16,8	170	82,5	186 c
<i>E. globulus</i>	16,2	17,4	169	57,5	131 d
<i>E. viminalis</i>	15,1	18,3	184	45,0	110 d
<i>E. camaldulensis</i>	12,8	12,6	74	70,0	67 e

Nota: especies con igual letra no difieren entre sí al 5 % de significación por el test de LSMEANS.

vencia y muy buen crecimiento individual, siendo por lo tanto la especie de mayor producción por hectárea. *E. smithii* se encuentra en un segundo lugar, con aceptable sobrevivencia y buen crecimiento individual. *E. dunnii* y *E. grandis* conforman un tercer grupo con aceptable comportamiento. Las demás especies tienen baja producción por hectárea, debido en algunos casos a una baja sobrevivencia (*E. globulus* y *E. viminalis*) y en otros a un menor crecimiento individual (*E. tereticornis*, *E. macarthurii*, *E. amplifolia* y *E. camaldulensis*). Todos los árboles de *E. microcorys* murieron antes del segundo año, por lo que esta especie se excluyó del análisis.

La evolución del incremento medio anual (IMA) puede contribuir a interpretar los resultados obtenidos al año 9 (Figura 3).

En la Figura 3 puede observarse que la mayoría de las especies aún no han llegado a su máxima productividad. La superioridad productiva de *E. benthamii* comienza a manifestarse claramente recién a partir del quinto año, alcanzando al año 9 un valor de IMA de 54 m<sup>3</sup>/há/año. En un segundo grupo se encuentran *E. smithii*, *E. dunnii* y *E. grandis* que alcanzan al año 9 valores de IMA de 43, 37 y 36 m<sup>3</sup>/há/año, respectivamente. Un tercer grupo está formado por *E. tereticornis*,

*E. macarthurii* y *E. amplifolia*, que presentan valores de IMA de 24, 22 y 21 m<sup>3</sup>/há/año, respectivamente. Finalmente, *E. globulus*, *E. viminalis* y *E. camaldulensis* ya alcanzaron su máxima productividad, presentando valores de IMA al año 9 muy bajos, menores a 15 m<sup>3</sup>/há/año.

## CONCLUSIONES

En base a la evaluación de estos ensayos puede concluirse que la especie más productiva en sitios típicos de Areniscas de Tacuarembó-Rivera es sin duda *E. grandis*. Si bien esta especie no tiene un rápido crecimiento inicial, una vez que está bien establecida su crecimiento comienza a aumentar en forma muy marcada por lo que su productividad se destaca sobre las demás especies. *E. grandis* tiene además buena forma de fuste y su madera presenta características tecnológicas que la hacen muy apta para la producción de madera aserrada y debobinada. Este aspecto es especialmente importante en esta región, ya que por los altos costos de flete, debe orientarse a la producción de madera de alto valor. Otra ventaja de *E. grandis* es la existencia de semilla mejorada localmente (ver artículo siguiente).

Una especie alternativa para sitios típicos de Tacuarembó es *E. dunnii*, ya que también presenta buena productividad y es más tolerante al frío que *E. grandis*.

Para sitios bajos los resultados parecen confirmar que *E. grandis* o *E. dunnii* no son las especies más adecuadas, posiblemente por problemas de exceso de humedad en el suelo y/o por daños de heladas. Para estos sitios aparecen como alternativas promisorias especies poco utilizadas como *E. benthamii* y *E. smithii*.

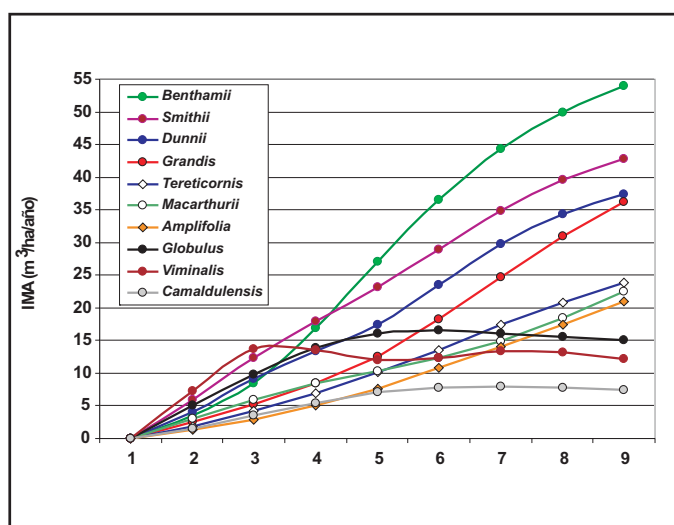


Figura 3. Evolución del IMA (incremento medio anual, en volumen total con corteza) para las diferentes especies, hasta el año 9 en sitio bajo de Tacuarembó.

# ANEXO

## Orígenes evaluados en el Ensayo 13 y volumen por hectárea a los 13 años.

Lote N°	Especie	Localidad	Estado	Lat.	Long.	Alt.	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
14838	<i>E. grandis</i>	WNW Cardwell	QLD	18°14'	143°00'	620	468
16892	<i>E. grandis</i>	Kin Kin	QLD	26°12'	153°10'	40	621
16583	<i>E. grandis</i>	Atherton	QLD	17°18'	145°25'	1100	640
17709	<i>E. grandis</i>	Windsor Tableland	QLD	16°12'	145°10'	1250	585
16839	<i>E. grandis</i>	W of Coffs Harbour	NSW	30°15'	152°58'	450	586
17562	<i>E. grandis</i>	30 k SW Cairns.	QLD	17°13'	145°42'	700	650
15921	<i>E. grandis</i>	Kempsey Tan Ban SF	NSW	30°52'	152°51'	50	480
15508	<i>E. grandis</i>	W of Beelwah	QLD	26°53'	152°50'	100	638
15875	<i>E. grandis</i>	Baroon Pocket Maleny	QLD	26°42'	152°53'	200	562
13895	<i>E. grandis</i>	Wauchope	NSW	31°20'	152°37'	80	490
	<i>E. grandis</i>	Concordia					630
	<i>E. maidenii</i>	Lujan					326
17743	<i>E. maidenii</i>	Mt. Dromedary	NSW	36°22'	150°20'	400	321
17745	<i>E. maidenii</i>	Bolaro Mountain	NSW	35°40'	150°20'	380	503
17746	<i>E. maidenii</i>	Wyndham	NSW	36°54'	149°38'	540	344
17742	<i>E. maidenii</i>	Black Range Via Eden	NSW	37°10'	149°31'	320	249
17744	<i>E. maidenii</i>	Pool Road Via Eden	NSW	37°12'	149°28'	480	293
17769	<i>E. maidenii</i>	Yurammie SF	NSW	36°49'	149°45'	250	260
15917	<i>E. maidenii</i>	Bolaro Mountain	NSW	35°40'	150°20'	360	356
17608	<i>E. globulus</i>	King Island	TAS	39°56'	143°52'	40	100
16851	<i>E. globulus</i>	Otway State Forest	VIC	38°45'	143°26'	160	166
16852	<i>E. globulus</i>	Great Ocean Road	VIC	38°46'	143°31'	100	59
16853	<i>E. globulus</i>	Otway State Forest	VIC	38°45'	143°29'	260	222
16369	<i>E. bicostata</i>	Beechworth-Stanley	VIC	36°23'	146°42'	750	238
16370	<i>E. bicostata</i>	Mt. Strathbogie	VIC	35°56'	145°57'	700	286
16366	<i>E. bicostata</i>	Mt Cole SF	VIC	37°18'	143°18'	600	152

## Orígenes evaluados en el Ensayo 31 y volumen por hectárea a los 11 años.

Lote N°	Especie	Localidad	Estado	Lat.	Long.	Alt.	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
17283	<i>E. badjensis</i>	Badja S.F. E. of Cooma	NSW	36.10	149.31	1000	431
16308	<i>E. badjensis</i>	Brown Mtn. Nimmitabel	NSW	36.35	149.26	700	444
17018	<i>E. badjensis</i>	4 Km E. Cathcart S.F.	NSW	36.50	149.31	900	522
16370	<i>E. bicostata</i>	Mt. Strathbogie	VIC	35.56	145.57	700	234
16369	<i>E. bicostata</i>	Beechworth-Stanley	VIC	36.23	146.42	750	188
16366	<i>E. bicostata</i>	Mt. Cole S.F.	VIC	37.18	143.18	600	228
15269	<i>E. bicostata</i>	Wee Jasper	NSW	30.11	148.54	870	156
15992	<i>E. bosistoana</i>	27.3 Km WSW Narooma	QLD	36.16	149.56	200	93
18264	<i>E. dunnii</i>	Yabbra Plains Rd.	NWS	28.37	152.29	500	911
18231	<i>E. dunnii</i>	Koreelah S.F.	NSW	28.18	152.30	575	442
17923	<i>E. dunnii</i>	Clouds Creek	NSW	30.00	152.41	320	690
17922	<i>E. dunnii</i>	Moleton	NSW	30.05	152.54	420	607
17916	<i>E. dunnii</i>	Koreelah S.F.	NSW	28.19	152.30	710	568
18277	<i>E. grandis</i>	Bellthorpe	QLD	26.52	152.42	400	783
18274	<i>E. grandis</i>	Bagawa S.F.	NSW	30.07	152.54	440	832
18273	<i>E. grandis</i>	Wedding Bells S.F.	NSW	30.10	153.07	100	876
18180	<i>E. grandis</i>	Baldy State Forest	QLD	17.17	145.23	1000	862
17742	<i>E. maidenii</i>	Black Range Via Eden	NSW	37.10	14.941	320	221
17746	<i>E. maidenii</i>	Wyndham	NSW	36.54	149.38	540	337
17769	<i>E. maidenii</i>	Yurammie S.F.	NSW	36.49	149.45	250	393
12014	<i>E. maidenii</i>	Mt. Dromedary	NSW	36.22	149.57	610	427
17744	<i>E. maidenii</i>	Pool Road Via Eden	NSW	37.12	149.28	480	246
16620	<i>E. saligna</i>	Clyde River Yabboro	NSW	35.20	150.12	60	579
16901	<i>E. saligna</i>	Moleton	NSW	30.07	152.51	580	496
18162	<i>E. saligna</i>	Bellthorpe	QLD	26.52	152.42	400	490
18361	<i>E. saligna</i>	Styx River S.F.	NSW	30.39	152.08	950	687
18241	<i>E. saligna</i>	Nswmount Boss S.F.	NWS	31.20	15.225	600	452
15099	<i>E. viminalis</i>	10 Km S Armidale	NSW	30.29	152.18	1200	260
11746	<i>E. viminalis</i>	55 Km NE Orbost	VIC	37.24	148.34	600	556
14512	<i>E. viminalis</i>	Mt. Canobolas	NSW	33.24	149.01	90	163
18112	<i>E. viminalis</i>	Tambo R Via Swifts Ck	VIC	37.10	147.47	480	199
14523	<i>E. viminalis</i>	Nullo Mt. NE Rylstone	NSW	32.43	150.13	900	223

312

## Ubicación geográfica de las especies evaluadas en el Ensayo 44.

Especie	Lote	Localidad	Estado	Lat.	Long.	Alt.
<i>Amplifolia</i>	13169	S. Bulahdelah	NSW	32.25	152.15	6
<i>Benthamii</i>	18787	Kedeumba Valley	NSW	33.49	150.23	140
<i>Camaldulensis</i>	15029	N. Lake Albacutya	VIC	35.42	141.57	70
<i>Dunnii</i>	18264	Yabbra Planes	NSW	28.37	152.29	500
<i>Globulus</i>	16633	Jeeralang North	VIC	38.19	146.33	220
<i>Grandis</i>	18146	Coffs Harbour Orchard	NSW	30.08	153.07	100
<i>Macarthurii</i>	18322	Paddys Hume	NSW	34.39	150.07	580
<i>Microcorys</i>	15607	Beerburum	QLD	26.56	152.52	120
<i>Smithii</i>	18284	Tallaganda State For.	NSW	36.13	149.48	80
<i>Tereticornis</i>	13304	Nerrigundah	NSW	36.13	149.48	80
<i>Viminalis</i>	14512	Mt. Canobolas	NSW	33.24	149.01	900